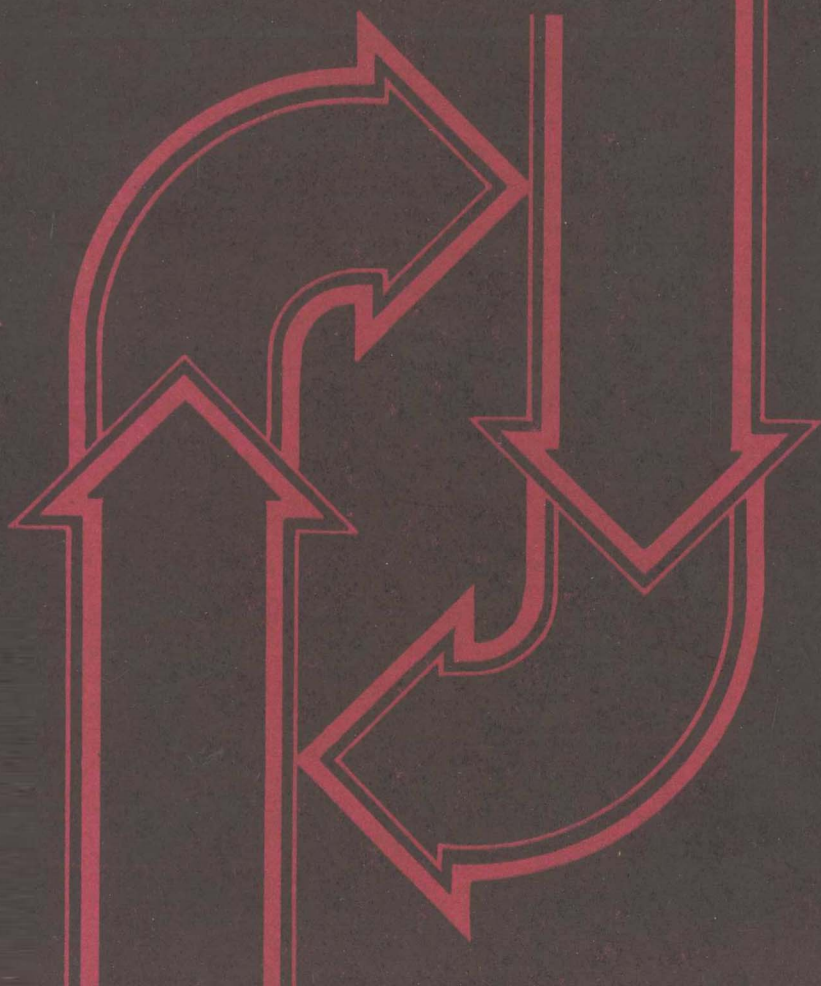


А. В. АРХИПОВ

ЭВРИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В УПРАВЛЕНИИ ПРОИЗВОДСТВОМ



ИБ № 1702

Александр Валентинович Архипов

ЭВРИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ
В УПРАВЛЕНИИ ПРОИЗВОДСТВОМ

На материале текстильной и легкой промышленности

Редактор И.Н.Рязанова Художественный редактор А.Г.Голубев
Технический редактор Л.А.Топорина
Корректоры С.К.Школьников, Л.С.Львова

Подписано в печать 07.06.83. М-24212 Формат 60x84 1/16.
Бумага тип. № 2. Печать офсетная. Усл.печ.л. 9,53
Усл.кр.-отт. 9,70. Уч.-изд.л. 8,38. Заказ 504
Тираж 1476 экз. Цена 1р.30к.
Издательство ЛГУ им.А.А.Жданова
199164. Ленинград, В-164, Университетская наб., 7/9

Тульская типография Совзполиграфпрома при Государственном Комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли
г.Тула, пр.Ленина, 109

Издательство Ленинградского университета выпускает в свет

Б р о й д о В.Л. Достоверность экономической информации
в АСУ. - 10 л. - 1 р. 50

В монографии рассматривается потребительная ценность экономической информации и предлагается эвристическая модель ее определения, позволяющая подойти к исследованию и решению проблем обеспечения целесообразного уровня достоверности информации в АСУ с позиций народнохозяйственной оптимальности. Исследуются основные направления и критерии оптимизации систем обеспечения достоверности информации, новые, разработанные автором методы ее контроля. Рассматриваются концептуальная и математическая модели машинного синтеза оптимальной системы методов контроля достоверности, приводятся методика и результаты ее практического использования.

Книга предназначена для специалистов по проектированию и внедрению АСУ, а также для преподавателей инженерно-экономических факультетов и вузов.

Заказы на книгу направляйте по адресу: 191186, Ленинград, Невский пр., д.28. Магазин № 1, "Дом книги". Отдел "Книга - почтой".

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
1. Задачи управления производством и методы их решения	6
1.1. Некоторые вопросы моделирования и алгоритмизации задач управления производством	6
1.2. О методах решения прикладных оптимизационных задач	13
2. Некоторые принципы построения и использования эвристических алгоритмов	17
2.1. Определение эвристических методов	17
2.2. Некоторые методические принципы разработки эвристических алгоритмов	18
2.3. Оценка эффективности эвристических методов ..	23
3. Метод интегральных показателей для выбора субоптимальных решений в задачах управления производством ..	28
3.1. Общая характеристика метода	28
3.2. Применение метода интегральных показателей к многокритериальным задачам принятия решений ..	35
3.3. Применение метода интегральных показателей к комбинаторным задачам	48
3.4. Обобщение метода интегральных показателей ...	62
4. Метод оперативного распределения сырья между предприятиями в условиях централизованного снабжения	67
4.1. Организационные особенности системы снабжения	68
4.2. Математическая модель задачи	71
4.3. Алгоритм решения задачи	76
5. Эвристические алгоритмы решения задач диспетчерского управления в красильно-отделочном производстве	88
5.1. Оперативное распределение партий полуфабрикатов по оборудованию	90
	161

5.2. Построение оперативного план-графика производства	99
5.3. Обобщенная задача диспетчерского управления..	107
6. Алгоритмическое обеспечение раскроя тканей на основе метода интегральных показателей	111
6.1. Организационные и технологические условия раскроя тканей	112
6.2. Алгоритм расчета комплекта кусков ткани на полотно настилов	113
6.3. Алгоритм формирования комплекта кусков ткани для раскроя	117
7. Многоцелевая оптимизация производственных процессов на основе линейных моделей	125
7.1. Алгоритм метода интегральных показателей для линейных многоцелевых задач	125
7.2. Моделирование сложных технологических процессов	135
Приложение. Прикладные задачи оптимизации с несколькими критериями и методы их решения	146
Указатель литературы	156

Министерство высшего и среднего
специального образования РСФСР

А.В.Архипов

ЭВРИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В УПРАВЛЕНИИ ПРОИЗВОДСТВОМ

На материале текстильной и легкой промышленности

Ленинград

Издательство Ленинградского университета

1983

Представлено к изданию
Ленинградским институтом текстильной и легкой
промышленности им. С.М.Кирова

УДК 65.012.122

А р х и п о в А.В. Эвристические методы в управлении про-
изводством: На материале текстильной и легкой промышленности. -
Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1983. 164 с.

В монографии рассматриваются проблемы совершенствования управления производством на основе экономико-математических моделей и ЭВМ. Предлагается аппарат для решения прикладных задач (оптимизации технологических процессов, распределения ресурсов, календарного планирования, раскроя материалов и др.), построенный на эвристических принципах общего характера. Наряду с алгоритмами поиска субоптимальных решений приводятся методы оценки точности эвристических алгоритмов и коррекции приближенных результатов.

Книга предназначена для разработчиков АСУ, специалистов по организации и управлению производством, а также для преподавателей и аспирантов соответствующих факультетов вузов.

Библиогр. 63 назв. Ил. 7. Табл. 14.

Р е ц е н з е н т ы:

проф. Ф.Ф.Бездудный (Ленингр. ин-т текст. и легк. пром-сти),
проф. А.Н.Жигарев (Ленингр. фин.-экон. ин-т)

А 0604020101 - 112
076(02) - 83 29-83,

© Издательство Ленин-
градского университета,
1983 г.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Совершенствование управления производством на основе использования новейших достижений науки и техники можно рассматривать как важную составную часть комплекса мер, направленных на реализацию задач по повышению эффективности производства, поставленных XXVI съездом КПСС. В этой связи весьма актуальной является проблема дальнейшего повышения эффективности автоматизированных систем управления производством, значительные резервы решения которой заключены в увеличении числа оптимизационных задач в АСУ на всех уровнях. Это в свою очередь наряду с созданием организационного и информационного обеспечения оптимизационных расчетов требует совершенствования моделей и алгоритмов поиска оптимальных решений при управлении производством.

Методы поиска оптимальных или близких к ним (квазиоптимальных, субоптимальных) решений постоянно развиваются. Среди них важную роль играют и эвристические методы, в которых используются некоторые формально не обоснованные, но в каждом конкретном случае достаточно разумные интуитивные предположения о свойствах искомых решений, позволяющие получать удовлетворительные результаты для сложных производственных задач. Эвристические методы отличаются, как правило, относительной простотой реализации, что часто оказывается решающим аргументом в пользу их применения.

В данной монографии развивается общий подход к разработке эвристических методов решения различных задач, возникающих при управлении производством, и рассматривается ряд конкретных алгоритмов. Возможности предлагаемого подхода иллюстрируются решением нескольких разных по содержанию задач управления производством в текстильной и легкой промышленности.

Книга состоит из семи глав и Приложения.

В первой главе приводятся анализ специфики производственных задач и краткий обзор методов их решения. Особое внимание уделяется вопросам построения моделей задач управления производством, трудностям их формального описания, а также требованиям к методам и алгоритмам их решения.

Содержанием второй главы является изложение предлагаемой автором системы общих принципов разработки эвристических алгоритмов. Здесь уточняется понятие "эвристический метод" и формулируется ряд взаимосвязанных принципов и приемов, создающих в совокупности методическую основу разработки приближенных методов для задач различных классов. В этой же главе анализируются подходы к оценке эффективности эвристических методов.

В третьей главе излагаются основы эвристического метода, построенного с использованием сформулированных в предыдущей главе принципов, — метода интегральных показателей. Описываются схемы решения этим методом задач различных классов.

Последующие главы посвящены приложению метода интегральных показателей к конкретным задачам управления производством.

В четвертой главе рассматривается задача оперативного распределения сырья в системе централизованного снабжения хлопкопрядильных предприятий. Приводятся многокритериальная динамическая модель задачи и алгоритм многосвязного регулирования параметров системы с использованием интегральных показателей.

Пятая глава посвящена задачам диспетчерского управления в красильно-отделочном производстве. На примере решения задач загрузки оборудования, упорядочения запуска партий полуфабрикатов в производство, составления оперативных заданий показаны возможности создания алгоритмического обеспечения диспетчерского управления на основе метода интегральных показателей.

В шестой главе описываются алгоритмы решения комплекса задач рационального раскроя тканей на швейных предприятиях. Приводятся алгоритмы для двух типичных задач, регулярно решаемых в подготовительно-раскройном производстве, построенные на единой методической основе с использованием интегральных показателей.

В седьмой главе показаны возможности применения метода интегральных показателей к многоцелевой оптимизации производственных процессов, описываемых линейными моделями. Изложена схема приближенного решения систем линейных уравнений и дается пример ее использования для построения многофакторной модели технологического процесса прядения хлопка.

Приложение, написанное совместно с Д.Т.Соколовым, знако-
мит с проблематикой и аппаратом многокритериальной оптимизации. Показано, что реализация методов выбора решений при нескольких критериях всегда предполагает участие в той или иной форме человека-специалиста, т.е. содержит существенные эвристические элементы.

1. ЗАДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ И МЕТОДЫ ИХ РЕШЕНИЯ

Современное производство представляет собой сложный организм, при управлении которым решается большое число проблем социально-экономического, организационно-технического, технологического характера. Соответственно исключительно велико многообразие конкретных задач, реализация которых и составляет сущность процесса управления. Классификация этих задач возможна по различным признакам: по уровню управления, периодичности решения, фазам процесса принятия решений (прогнозирование, планирование, учет, контроль, анализ, регулирование) и т.д.

Особенности задач каждого из названных классов порождают специфические требования к алгоритмам их решения. Подробный анализ основных задач, возникающих в процессе управления производством, приведен в монографиях [29, 55].

В данной главе рассматривается лишь один, достаточно общий аспект реализации оптимизационных задач, связанный с их моделированием и алгоритмизацией. В п.1.1 обсуждаются основные требования к моделям и методам решения производственных задач и трудности, возникающие при их формализации. В п.1.2 дается предельно краткая характеристика основных направлений теории исследования операций. Этот параграф адресован читателям, недостаточно знакомым с методами оптимизации и желающим получить начальную ориентацию в этой области.

1.1. Некоторые вопросы моделирования и алгоритмизации задач управления производством

1.1.1. Основные требования к моделям и алгоритмам решения производственных задач. В настоящее время весьма актуальным является расширение сферы внедрения оптимизационных расчетов в практику управления производством с помощью АСУ. Как показали

специальные исследования [25], среди всех задач, решаемых в АСУП, доля оптимизационных задач составляет менее 5%, а на уровне отраслевых систем – менее 3%. Это приводит к тому, что не реализуется значительный потенциальный экономический эффект и, как следствие, недостаточно высока эффективность автоматизированных систем.

Среди причин медленного внедрения оптимизационных расчетов в практику следует назвать прежде всего причины организационного характера. Однако нельзя не отметить причин, связанных с методологией моделирования и алгоритмизации оптимизационных расчетов. Более того, некоторые трудности, классифицируемые как организационные, порождены недостаточной адекватностью математической модели реальным условиям принятия решений. Такое положение неизбежно возникает, когда условия реальной задачи упрощаются и преобразуются с целью последующего применения стандартного математического аппарата.

Немаловажным условием фактического использования на практике результатов оптимизационных расчетов является доверие персонала к модели задачи и получаемым с ее помощью результатам. Среди факторов, обеспечивающих такое доверие, следует назвать способность лица, принимающего решения (ЛПР), понимать принципы построения модели и алгоритма.

Требование достаточной простоты и наглядности алгоритмов выбора управленческих решений правомерно считать, по-видимому, одним из важнейших при создании АСУ производством. О.У.Уайт, критикуя увлечение сложными методами разработки автоматизированных систем, отмечает, что "практиков – мастеров, плановиков, диспетчеров – не интересуют сложные методы. Они ждут простых инструментов, которые помогут им лучше справиться с работой и затратить на нее меньше усилий при лучших результатах" [56, с.246].

Требования, которые предъявляются к модели оптимизационной задачи и определяют успех ее реализации, можно условно разделить на две группы: принципиальные и технические.

Требования первой группы удачно, на наш взгляд, выражены в работе [60], где отмечается, что модель оптимизации должна быть:

- нетривиальной, т.е. позволять проникнуть в сущность задачи, учесть ее детали;
- мощной, т.е. способной учесть достаточно много деталей, важных для практического выбора решения;
- изящной, имеющей простую структуру, и, следовательно, легко воспринимаемой персоналом.

Эти требования следует дополнить рядом характеристик моделей, которые наиболее существенны с точки зрения практики [60]. Модель должна:

- быть нацелена на решение важных практических задач;
- обеспечивать получение достоверных результатов, которые могут быть практически использованы;
- быть экономичной, иначе говоря, расходы на создание и использование модели должны быть экономически оправданы.

Специфические требования, которые можно отнести к группе технических, предъявляются к алгоритмам оптимизации. Характер этих требований зависит от содержания задач и условий функционирования системы управления. Наиболее типичны требования к быстродействию, надежности алгоритмов и программ, возможности их реализации на мини- и микро-ЭВМ.

Технические требования нельзя считать второстепенными. Именно стремление удовлетворить их часто приводит к отказу от строгих математических методов решения и использованию различных приближенных, в том числе эвристических, процедур.

Резюмируя сказанное, можно заключить, что для успешного решения производственной задачи необходимо построение, с одной стороны, достаточно полной модели, с другой - достаточно простого алгоритма решения. Иначе говоря, схема "полная модель - приближенный метод" представляется в ряде случаев более предпочтительной, чем схема "упрощенная модель - точный метод" (см. [23]). В п.1.2 будет дана общая характеристика методов решения прикладных оптимизационных задач.

Остановимся теперь на основных трудностях, возникающих при разработке моделей задач управления производством.

1.1.2. Основные трудности формализации задач управления производством. Задача оптимизации в наиболее общем виде формулируется следующим образом: задана область допустимых решений

D (такими решениями в различных задачах могут быть значения входных параметров технологических процессов, варианты плана, решения организационного характера и т.п.) и определена функция $f(x)$, называемая функцией цели, или критерием оптимизации. Требуется найти такое решение $x \in D$, при котором $f(x)$ имеет максимальное (или минимальное) значение. Формально это можно записать так:

$$f(x) \rightarrow \max(\min), \quad x \in D, \quad (1.1)$$

или короче: найти $\max_{x \in D} f(x)$ (или $\min_{x \in D} f(x)$).

Функция $f(x)$ может быть векторной: $f(x) = (f_1(x), \dots, f_n(x))$. Компоненты $f_i(x)$ (локальные критерии) либо непосредственно зависят от выбираемых решений x , либо являются некоторыми функциями выходных параметров оптимизируемой системы.

Выражение (1.1) — это математическая модель задачи. Для построения такой модели необходимо определить состав входных и выходных параметров, количественно описать связи между ними, указать способ отыскания области допустимых решений D и выбрать критерий оптимальности ($f(x)$).

а) Описание связей между параметрами задачи. Для количественного описания связей между параметрами задачи используется построение аналитических зависимостей, основанных на непосредственном учете внутренних связей между параметрами; статистических зависимостей в виде уравнений регрессии, непосредственно связывающих только входные и выходные параметры моделируемого процесса; количественных соотношений на основе информации, полученной от экспертов.

Первый из указанных подходов применим для описания физических процессов и используется при решении задач управления технологическими процессами. Трудности его реализации очевидны: требуются детальное изучение и количественное описание весьма тонких особенностей процессов и их взаимодействия. Аналитические модели такого рода разрабатываются, как правило, на основе глубоких теоретических исследований.

Построение многофакторных статистических моделей на осно-

ве обработки результатов экспериментов является наиболее распространенным при исследовании производственных процессов.

Однако нередко случаи, когда число факторов, существенно влияющих на ход процесса, настолько велико, что проведение требуемых экспериментов практически исключается (такая ситуация возникает уже при 8-10 факторах). При ограничении числа факторов сокращается и число рычагов управления процессом. Поэтому возникает весьма трудная проблема выбора компромиссного варианта модели.

Определенные организационные трудности возникают иногда при необходимости провести эксперимент в промышленных условиях, когда выпускается плановая продукция.

Третий подход - экспертный анализ - является сугубо эвристическим и применяется для получения количественной информации о сложных, малоизученных объектах, как правило, с трудноформализуемыми связями. Ввиду значительной субъективности, присущей этому подходу, его рекомендуется использовать лишь в исключительных случаях [44]. В то же время было бы неправильно игнорировать имеющийся практический опыт. В частности, эффективным может быть комбинированный подход, в котором экспертные методы сочетаются с аналитическим или статистическим исследованием. В качестве примера использования такого подхода назовем логико-эвристическую модель технологического процесса непрерывного крашения тканей [9] и модель организационно-технологического комплекса хлопкопрядильного производства [8].

В первой модели собственно экспертная информация не используется, однако основу ее составляют предположения о характере связей между параметрами, выдвинутые на основании обобщения опыта специалистов и результатов экспериментов.

Во втором случае в модель включено большое число технологических и организационных факторов, а для определения неизвестных коэффициентов использована информация двух видов: экспертные оценки и производственные данные о нескольких реализациях процесса в различных условиях, которые в отдельности не обеспечивают получения информации, достаточной для построения модели.

Эвристические процедуры обработки информации построены так,

чтобы данные различных видов дополняли друг друга, обеспечивая построение удовлетворительной модели (см. гл.7).

б) Выбор критериев оптимальности. Выбор критериев оптимальности является важной и, по-видимому, одной из самых сложных проблем, возникающих при формализации задач управления производством. Нельзя не согласиться с тем, что при выборе критериев необходимо "обеспечить соответствие локальных оптимумов предприятий глобальному народнохозяйственному оптимуму" [29, с.74]. Однако проблему определения последнего нельзя считать окончательно разрешенной [58]. О важности и сложности проблемы выбора критериев свидетельствует то, что поиск эффективной системы плановых и отчетных показателей, составляющих основу формирования критериев оптимальности, представляет собой одно из важнейших направлений совершенствования хозяйственного механизма.

Наиболее часто при решении организационных и организационно-технологических задач на уровне отдельного предприятия, производства, технологического процесса в качестве критериев выступают рентабельность, прибыль, себестоимость продукции, показатели эффективности использования отдельных видов ресурсов - производственной мощности, материальных, трудовых, финансовых ресурсов, показатели качества продукции. Эти показатели легко увязываются между собой при построении "дерева целей" производственной системы.

Следует подчеркнуть, что при выборе критериев оптимальности в некоторых задачах необходимо учитывать влияние на них действующих принципов планирования. Так, при планировании по принципу "от достигнутого", прирост плановых показателей предприятия в результате оптимизации планирования в некотором периоде может стать базовым при составлении плана на следующий период. Обеспечить выполнение такого плана можно лишь, используя новые, не учтенные в предыдущем периоде резервы, но при этом далеко не всегда удается получить запланированный эффект. Этим можно объяснить осторожность, с которой руководство предприятий относится к оптимизационным задачам планирования, ориентированным на получение экстремальных значений некоторых показателей.

До последнего времени при разработке математических моде-

лей выдвигалось требование единственности критерия. Однако все чаще отмечается многоцелевой характер деятельности достаточно сложных производственных систем (цех, предприятие, объединение, отрасль, народное хозяйство в целом) [29]. Поэтому более адекватными реальным условиям принятия решений в процессе управления производством на любом уровне часто оказываются многокритериальные задачи.

Указать перечень целей, стоящих перед производственным объектом, как правило, легче, чем сформулировать единственный критерий. Многокритериальный подход получает в последнее время все большее распространение [38, 47]. Наиболее характерные случаи, когда такой подход является естественным, рассмотрены в [18] (см. также Приложение). Особое значение, на наш взгляд, имеют многокритериальные задачи, в которых для каждого локального критерия указано желаемое значение (цель) и требуется найти решение, обеспечивающее наилучшее в определенном смысле приближение ко всем целям. Нетрудно убедиться, что такая постановка адекватна реальным условиям принятия решений при централизованном управлении производством.

Наиболее существенные трудности при реализации многокритериального подхода связаны с ранжированием локальных критериев и выбором принципа оптимальности, устанавливающего, в каком смысле оптимальное решение предпочтительнее всех остальных.

в) Ф о р м и р о в а н и е о б л а с т и д о п у с т и м ы х р е ш е н и й. В большинстве прикладных задач множество допустимых решений задается с помощью системы ограничений. Это могут быть ограничения по ресурсам, директивные значения некоторых показателей, диапазоны изменения параметров, обусловленные организационными и техническими причинами, ограничения, связанные с характером переменных задачи.

Важнейшей особенностью задач управления производством является то, что часто ограничения не являются абсолютно жесткими: отклонения их допустимы в определенных пределах. Так, например, фонд времени работы оборудования может быть в ряде случаев увеличен за счет введения сверхурочных часов. Учет этих отклонений позволяет существенно улучшить значения целевых функций, однако требует известного усложнения модели и соответственно метода решения задачи.